

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-214375

(43)Date of publication of application : 06.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
B05C 9/08
B05C 11/08
G03F 7/16
H01L 21/316
H01L 21/768

(21)Application number : 10-030502

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 27.01.1998

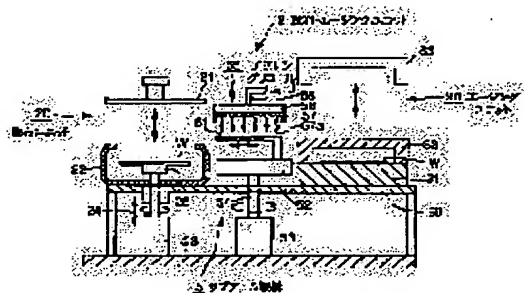
(72)Inventor : NAGASHIMA SHINJI
TAKESHITA KAZUHIRO
MURAMATSU MAKOTO
MIZUTANI YOJI

(54) APPLICATION FILM FORMING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a satisfactory film by suppressing evaporation of solvent at obtaining an interlayer insulating film constituted of a silicon oxide film through applying an application solvent obtained by dispersing TEOS (tetraethoxysilane; $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$) colloid in a solvent to a semiconductor wafer by an application unit, and integrating the colloid in the application film into a gel by an aging unit.

SOLUTION: An application unit 20 and an aging unit 30 are arranged to be made adjacent to each other in the same unit, and a wafer W which is processed by an applying unit 20 is carried to the aging unit 30 by an exclusive sub-arm 51. In this way, since the wafer W processed by the application unit 20 can be carried quickly to the aging unit 30 so that the evaporation of solvent in an application film can be suppressed, and a good quality film can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3432735

[Date of registration]

23.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Application film formation equipment characterized by providing the following The application section for applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the particle or colloid of a starting material of a membrane formation component, and forming an application film The gelling processing section for gelling the particle or colloid in the application film which was adjoined and prepared in this application section and was formed in the application section concerned Two or more pretreatment sections for performing processing before applying the aforementioned application liquid to a substrate While receiving a substrate from two or more heating units for drying the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section, the reception section for receiving the substrate from the outside, and this reception section and conveying in the application section through the aforementioned pretreatment section The main conveyance section which conveys the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section to the aforementioned heating unit, and the auxiliary conveyance section which conveys the substrate applied in the aforementioned application section in the gelling processing section

[Claim 2] Application film formation equipment according to claim 1 characterized by having a means to supply the steam of the component of the aforementioned solvent to the conveyance way of the substrate in the aforementioned auxiliary conveyance section.

[Claim 3] Application film formation equipment according to claim 1 characterized by including the means for supplying the steam of the component of the aforementioned solvent for the aforementioned application section and the gelling processing section in the case of a wrap sake, and this case.

[Claim 4] It is adjacently prepared in the gelling processing section, and a solvent other than the aforementioned solvent is supplied to the substrate processed in the gelling processing section. It has the solvent substitution processing section for replacing the solvent in the aforementioned application film by another solvent. It is application film formation equipment according to claim 1, 2, or 3 characterized by for the main conveyance section conveying the substrate processed in the aforementioned solvent substitution processing section to a heating unit, and the auxiliary conveyance section conveying the substrate processed in the gelling processing section in the aforementioned solvent substitution processing section.

[Claim 5] The starting material of a membrane formation component is application film formation equipment according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by being a tetrapod ethoxy silane.

[Claim 6] The steam of the component of a solvent is application film formation equipment according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 characterized by being ethylene glycol.

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the equipment which applies an application film on a substrate, for example, forms a silicon oxide.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a method of forming the layer insulation film of a semiconductor device, although there are CVD, the oxidizing [thermally] method, etc., there is a method currently called sol-gel method. This method is the technique of applying to the front face of a semiconductor wafer (only henceforth a wafer) the application liquid which made organic solvents, such as an ethanol solution, distribute the colloid of TEOS (tetrapod ethoxy silane; $\text{Si}_4(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$), drying, after gelling the application film, and obtaining a silicon oxide, and is indicated by JP,8-162450,A, JP,8-59362,A, etc.

[0003] When the situation of the denaturation of the application film in this method was typically shown in drawing 11 and application liquid is first applied to a wafer, the particle or colloid 100 of TEOS has distributed in the solvent 200 (refer to drawing 11 (a)). Subsequently, while TEOS carries out condensation polymerization by exposing this application liquid to alkaline atmosphere, it understands an added water part and an application film gels, and the network structure of TEOS300 is formed (refer to drawing 11 (b)).

[0004] And in order to remove the moisture in application liquid, the solvent in an application film is transposed to other solvents 400 (refer to drawing 11 (c)), is dried after that, and the application film of a silicon oxide is obtained. In addition, at the substitution process of the solvent shown in drawing 11 (c), when the solvent with surface tension smaller than ethanol other than the removing moisture purpose is used and a solvent evaporates, there is also the purpose which suppresses that membranous structure collapses as the big force does not join the network-structure object of TEOS.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If it is going to apply such a sol-gel method to an actual production line The substitution unit for replacing the gelling unit for gelling the application unit for applying application liquid to a wafer and an application film and the solvent in an application film by another solvent is required. Moreover, the conveyance mechanism for BE-KUYUNITTO for drying the pretreatment unit for pretreating hydrophobing processing to a wafer etc. and a wafer etc. being required, and conveying a wafer between each [these] unit further is established, and equipment is constituted.

[0006] By the way, since a solvent is an organic solvent when application liquid is applied to a wafer, it evaporates, and when there is much evaporation, there is a problem that the thickness of a schedule and membranous quality are not obtained.

[0007] this invention is made under such a situation, and after the purpose applies to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the starting material of the membrane formation component of the shape of colloid or a particle, it can carry out the process of the next step promptly and is to offer the technology in which a good thin film, for example, a layer insulation film, can be obtained.

[0008]

[Means for Solving the Problem] For this reason, the application section for the application film formation equipment of this invention applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the particle or colloid of a starting material of a membrane formation component, and forming an application film, The gelling processing section for gelling the particle or colloid in the application film which was adjoined and prepared in this application section and was formed in the application section concerned, Two or more pretreatment sections for performing processing before applying the aforementioned application liquid to a substrate, While receiving a substrate from two or more heating units for drying the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section, the reception section for receiving the substrate from the outside, and this reception section and conveying in the application

section through the aforementioned pretreatment section It is characterized by having the main conveyance section which conveys the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section to the aforementioned heating unit, and the auxiliary conveyance section which conveys the substrate applied in the aforementioned application section in the gelling processing section.

[0009] According to such invention, since a substrate is conveyed by the auxiliary conveyance section of exclusive use from the application section to the gelling processing section, after application liquid is applied to a substrate, it can shift to the process of the next step promptly, and evaporation of a solvent is suppressed by this, and, as a result, a good thin film is obtained.

[0010] With the aforementioned application film formation equipment, may make it have a means to supply to the conveyance way of the substrate in the aforementioned auxiliary conveyance section, the steam, for example, the ethylene glycol, of a component of the aforementioned solvent, and the aforementioned application section and the gelling processing section here The case of a wrap sake, You may make it have a means for supplying the steam of the component of the aforementioned solvent in this case, and evaporation of the solvent in the application film under conveyance of a substrate is further suppressed in this case.

[0011] Moreover, it is adjacently prepared in the aforementioned application film formation equipment at the gelling processing section, and as another solvent to the substrate processed in the gelling processing section as the aforementioned solvent supplies, it has the solvent substitution processing section for replacing the solvent in the aforementioned application film with another solvent, and the substrate processed in the gelling processing section by the auxiliary conveyance section may make convey to the aforementioned solvent substitution processing section. In this case, since the time when the big surface tension of a solvent joins the network structure of TEOS is shortened, collapse of membranous structure is suppressed and a good thin film is obtained.

[0012]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 is the plan showing roughly the whole application film formation equipment composition concerning the gestalt of operation of this invention. 11 is input/output port of the wafer which is a substrate, and the conveyance arm on which 12 makes the reception section, and 13 are MEINA-MU which makes the main conveyance section. The solvent substitution unit 4 which is application / aging unit 2 and the solvent substitution processing section equipped with the application unit 20 which is the application section, and the aging unit 30 which is the gelling processing section is arranged together with this order at the one side of the conveyance way (guide rail) 14 of MEINA-MU 13.

[0013] Moreover, the processing units U1-U4 are located in a line also with the other side of the aforementioned conveyance way 14, and the unit for performing hydrophobing processing, cooling processing, heat treatment (**-KU processing), etc. is assigned about these processing units U1-U4, respectively. With the gestalt of this operation, the unit for the unit for performing the aforementioned hydrophobing processing and cooling processing being equivalent to the pretreatment section for performing processing before applying application liquid to Wafer W, and performing the aforementioned heat treatment is equivalent to the heating unit for drying the wafer W processed in the aging unit 30.

[0014] The aforementioned conveyance arm 12 and MEINA-MU 13 are constituted free [move ease and rotation] in x directions and the direction of y, and Wafer W is picked out from the cassette C put on the cassette stage CS by the conveyance arm 12, it is delivered to MEINA-MU 13, and the wafer W concerned is conveyed one by one by MEINA-MU 13 each aforementioned units 2 and 4, and U1-U4.

[0015] Then, although the aforementioned application / aging unit 2 is explained with reference to drawing 2 - drawing 4 , as shown in this unit at drawing 2 , the application unit 20 and the aging unit 30 adjoin, and are prepared. When it states referring to drawing 3 about the application unit 20 first, this application unit 20 The fixed cup 22 by which the upper surface is opened and closed with a lid 21, and the axis of rotation 24 which it is inserted from the base of this cup 22, and can be gone up and down and rotated by the mechanical component 23, It combined, was prepared in the vacuum chuck 25 which is the wafer attaching part prepared in the upper limit of

this axis of rotation 24, and the aforementioned lid 21, and has the application liquid nozzle 26 for supplying application liquid to the core of Wafer W. While the solvent steamy supply pipe 27 for supplying the steam of the solvent used with the application liquid generated in solvent steamy generation source 27a is connected, the drain pipe 28 and the exhaust pipe 29 are further connected to the cup 22.

[0016] When it explains referring to drawing 4 about the aforementioned aging unit 30, moreover, this aging unit 30 the space S which makes a processing room is formed above the heating plate 31 which built in heater 31a and which consists of ceramics, for example, and this heating plate 31 -- as -- the periphery section of the heating plate 31 concerned -- a seal, while it is close through a member 32 So that the lid 33 which attaches and detaches to the heating plate 31, and the wafer W put on the heating plate 31 may be surrounded It has three rise-and-fall pins 36 which make it go up and down Wafer W between the gas supply way 34 where the feed hopper was formed in the front face of the heating plate 31 concerned, the exhaust air way 35 in which it absorbed in the center section of the lid 33, and the mouth was formed, and the heating plate 31 and its upper part position. In addition, it is desirable to prepare a heating means, for example, a heater, also in a lid 33.

[0017] the fixed cup 22 of these application unit 20 -- ** -- as the aging unit 30, as shown in drawing 2 , it is adjacently arranged on the common level pedestal 50, and among these units 20 and 30 on a pedestal 50, the SABUA-MU mechanism 5 in which the auxiliary conveyance section is made is established

[0018] While having SABUA-MU 51 which this SABUA-MU mechanism 5 is for conveying the wafer W processed in the application unit 20 to exclusive use to the aging unit 30, and holds a part of periphery section of the undersurface of Wafer W for this reason This SABUA-MU 51 is constituted possible [movement to a horizontal direction (x in drawing 1 direction)] along with a guide rail 52, and guide-rail 52 the very thing is further constituted by the mechanical component 53 possible [rotation] in the level direction through the perpendicular axis of rotation 54. In this way, SABUA-MU 51 can move between between the positions which receive Wafer W from a position in readiness (position shown by the drawing 2 solid line), and the application unit 20 and a position in readiness, and the positions that deliver Wafer W to the aging unit 30 while the sense is reversed, in order to receive Wafer W between the application unit 20 and the aging unit 30. Moreover, in this example, it is arranged so that a guide rail 52 may be located in an upper part side rather than a pedestal 50.

[0019] Moreover, the solvent steamy feed zone 55 which makes the means for supplying the steam of the component of the solvent used with application liquid is formed in the conveyance way (guide rail 52) of the wafer W between the application unit 20 and the aging unit 30 at the upper part side of SABUA-MU 51. The distributed room 56 for distributing the steam of the solvent prepared so that this solvent steamy feed zone 55 might counter with SABUA-MU 51 in a position in readiness, It was attached in the undersurface of this distributed room 56, and has the steamy diffusion board 57 with which much fumarole 57a was drilled, and the solvent steamy supply pipe 58 for supplying the steam of the solvent generated in the solvent steamy generation source which is not illustrated is connected to the aforementioned distributed room 56.

[0020] Then, the aforementioned solvent substitution unit 4 is explained using drawing 5 . this unit 4 is formed so that the wafer W on the vacuum chuck 41 which Wafer W is held [chuck] horizontally and rotates it, and this chuck 41 may be surrounded -- having -- an effluent -- it has the rotation cup 42 which has a hole 40, the fixed cup 43 to which it was prepared in the outside of this rotation cup 42, and effluent way 41a and exhaust air way 41b were connected, and the nozzle 44 for supplying a solvent to Wafer W Moreover, the mechanical component for 45 in drawing making it rotate and go up and down axis-of-rotation 41a of a chuck 41 and 42a are the mechanical components for rotating the rotation cup 4.

[0021] Opening of the upper surface of the aforementioned fixed cup 43 is constituted so that it may be opened and closed with the lid 46 which can go up and down. Moreover, as the aforementioned nozzle 44, in this example, three nozzles 44a, 44b, and 44c which carry out the regurgitation of ethanol, HMDS (hexa methyl disilane), and the heptane, respectively are prepared, and these nozzles 44a, 44b, and 44c are grasped from the nozzle receptacle sections

48a, 48b, and 48c by the conveyance arm 47 in this order, respectively, are taken out, and are conveyed at the upper part side of the core of Wafer

[0022] With such application film formation equipment, the wafer W with which hydrophobing processing and cooling processing were performed is conveyed one by one by the unit which performs application / aging unit 2, the solvent substitution unit 4, and BE-KU processing by MEINA-MU 13, and the layer insulation film which consists of a silicon oxide is formed in a wafer W front face by performing predetermined processing in each unit.

[0023] Then, the processing performed in application / aging unit 2 and the solvent substitution unit 4 is explained. First, in application / aging unit 2, after processing which applies application liquid to the front face of Wafer W in the application unit 20, and forms an application film is performed, the wafer W concerned is conveyed by the aging unit 30 by SABUA-MU 51, and processing which gels the particle or colloid of an application film subsequently formed on Wafer W in the unit 30 concerned is performed.

[0024] Specifically, in the application unit 20, after it is delivered to a chuck 25 in the position of the chain line of drawing 3 and a chuck 25 descends, as for the wafer W conveyed by aforementioned MEINA-MU 13 to the application unit 20, a cup 22 is sealed with a lid 21. For example, the application liquid used here makes the ethylene glycol and the ethyl alcohol, and the solvent that contains the hydrochloric acid of water and a minute amount further which is an organic solvent distribute the colloid or the particle of TEOS which is a metal alkoxide. At the process after an application besides the role to which ethylene glycol adjusts the viscosity of the application liquid at the time of an application to a suitable value, since it is thought that most ethyl alcohol with low vapor pressure will evaporate, there is also a role which remains as a solvent, and presses down the evaporation (since vapor pressure of ethylene glycol is high).

[0025] And in this example, the steam of ethylene glycol is supplied in a cup 22 from the solvent steamy supply pipe 27, carrying out exhaust air from an exhaust pipe 29, the post-exhaust air with which the inside of a cup 22 was filled with the steam is stopped, and application liquid is supplied to the core of Wafer W from a nozzle 26. Subsequently, rotate Wafer W by the chuck 25, a wafer W front face is made to extend application liquid with a centrifugal force, and an application film is formed. Thus, where the inside of a cup 22 is filled with the steam of ethylene glycol, it processes for suppressing evaporation of the solvent in application liquid. In addition, although not illustrated, a solvent is sprayed on the periphery section of Wafer W from the nozzle in a cup 22 after this, and the application film of the periphery section is removed.

[0026] In this way, after performing application processing in the application unit 20, Wafer W is conveyed to the aging unit 30 by SABUA-MU 51. It changes into the state where the lid 21 was lifted for a while first, for example, the inside of a cup 22 is exhausted, a lid 21 and a chuck 25 are raised, and Wafer W is delivered to SABUA-MU 51 from a chuck 25. That is, the steam of a solvent, for example, ethylene glycol, is supplied on a guide rail 52 from the solvent steamy feed zone 55, the sense of SABUA-MU 51 is turned to the application unit 20 side, SABUA-MU 51 concerned is moved from a position in readiness to the position which receives Wafer W from the application unit 20, and Wafer W is delivered to SABUA-MU 51 from a chuck 25.

[0027] And the lid 33 of the aging unit 30 is raised, the sense of SABUA-MU 51 is turned to the aging unit 30 side, SABUA-MU 51 concerned is moved to the position which delivers Wafer W to the aging unit 30, and Wafer W is delivered on the heating plate 31 from SABUA-MU 51 by co-operation operation with the rise-and-fall pin 36 and SABUA-MU 51.

[0028] Subsequently, in the aging unit 30, the colloid of TEOS contained in the application film on Wafer W is gelled, and processing the chain of the colloid is carried out [processing] to the shape of a mesh is performed. That is, in the aging unit 30, the steam of ethylene glycol is introduced into the processing interior of a room from the gas supply way 34, closing a lid 33 and exhausting from the exhaust air way 35, after Wafer W is laid in the heating plate 31. At this time, Wafer W is heated for example, before and after 100 degrees C.

[0029] Although the processing which the colloid of Above TEOS is gelled [processing] and carries out the chain of the colloid to the shape of a mesh is promoted by heating an application film, use ammonia gas instead of heating in this case, it is made to act on TEOS, using the ammonia gas concerned as an alkali catalyst, and you may make it promote gelling. Moreover, the

temperature control of piping, the steamy generation source, etc. is carried out so that the steam of ethylene glycol may be introduced into the processing interior of a room for suppressing evaporation of the solvent in an application film, therefore it may become saturated steam (it is 100% at the relative humidity of ethylene glycol) in the temperature of the processing interior of a room.

[0030] Then, the processing performed in the solvent substitution unit 4 is explained. The wafer W processed in the aforementioned aging unit 3 is delivered to MEINA-MU 13 from the heating plate 31, and is conveyed by the solvent substitution unit 4 by this MEINA-MU 13. And in this unit 4, a solvent other than the solvent of application liquid is supplied, and processing which replaces the solvent in the application film formed on Wafer W by another solvent is performed.

[0031] It is in the state which the lid 46 is specifically opening, Wafer W is delivered to a chuck 41 from MEINA-MU 13 in the upper part position of the fixed cup 43, and a chuck 41 is dropped. Subsequently, while being first dropped at the simultaneously center-of-rotation section of Wafer W from nozzle 44a, a chemical, for example, ethanol, with meltable moisture, Wafer W and the rotation cup 42 are rotated, and the whole wafer W front face is made to diffuse ethanol with a centrifugal force. Moisture will be replaced for ethanol by the moisture in an application film by this by ethanol as penetration and a result.

[0032] Then, a lid 46 is opened, HMDS is similarly supplied to the simultaneously center-of-rotation section of a wafer W front face, and the hydroxyl group in an application film is removed. Furthermore, a heptane is supplied to the simultaneously center-of-rotation section of a wafer W front face, and the solvent in an application film is replaced by the heptane. The reason using a heptane is for making small the force of joining the porous structure, i.e., the network-structure object of TEOS, and making it not collapse by using a solvent with small surface tension. In addition, although the example of the double cup structure of the fixed cup 43 and the rotation cup 42 explained the solvent substitution unit 4, it is good as structure only using the fixed cup as well as the application unit 2.

[0033] With the gestalt of above-mentioned operation, since the application unit 20 and the aging unit 30 are adjoined and arranged in the same unit 2 and Wafer W was conveyed by SABUA-MU 51 of exclusive use from the application unit 20 to the aging unit 30, without waiting conveyance of another wafer W, promptly, to the aging unit 30, it is conveyed and the wafer W with which application processing was performed in the application unit 20 is processed. For this reason, since gelling processing can be performed where evaporation of the solvent of an application film is suppressed, the thickness and membranous quality which are planned are securable.

[0034] Furthermore, since distance is short, when, as for the conveyance way between the application unit 20 and the aging unit 30, conveyance time can reduce evaporation of the solvent of the application film under conveyance more in short ****, since the steam of ethylene glycol is supplied to the conveyance way, evaporation of the aforementioned solvent under conveyance is further suppressed by this ethylene glycol.

[0035] When there is no SABUA-MU 51 here, between the application unit 20 and the aging units 30 will be conveyed by MEINA-MU 13. For this reason, even if application processing is completed, when MEINA-MU 13 is used for conveyance between other units, it is necessary to wait for MEINA-MU 13. Moreover, since MEINA-MU 13 moves along with the central guide rail 14, the conveyance way between the application unit 20 and the aging unit 30 becomes long, and conveyance time becomes long. For this reason, since most time will be taken before conveying Wafer W from the application unit 20 to the aging unit 30, there is a possibility that the evaporation of the solvent of an application film may increase.

[0036] Then, the gestalt of other operations of this invention is explained using drawing 6 and drawing 7. The gestalt of this operation is characterized by filling the inside of the processing room 6 with the component of the solvent of an application film, for example, the steam of ethylene glycol, for the application / aging unit 2 whole with a wrap at the processing room (case) 6. Opening 61a for delivering Wafer W to the application unit 20 from MEINA-MU 13 and opening 61b for delivering Wafer W to MEINA-MU 13 from the aging unit 30 are formed in the respectively suitable position, and these openings 61a and 61b are always closed by Doors 62a and 62b by the side attachment wall which counters the guide rail 14 of the aforementioned

processing room 6.

[0037] Moreover, the solvent steamy supply pipe 64 and exhaust pipe 65 for supplying the steam of the ethylene glycol generated in the solvent steamy generation source 63 to the processing room 6 are connected, respectively. The means for supplying the steam of the component of the aforementioned solvent in the processing room 6 with the solvent steamy generation source 63 and the solvent steamy supply pipe 64 consists of this example here.

[0038] With the gestalt of this operation, exhausting the inside of the processing room 6, it is adjusted so that the steam of ethylene glycol may be supplied in the processing room 6 concerned, for example, the inside of the processing room 6 may serve as saturated steam of ethylene glycol. And where the inside of the processing room 6 is made into ethylene glycol atmosphere, door 62a is opened, Wafer W is delivered on the chuck 25 of the application unit 20 from MEINA-MU 13, and door 62a is closed. Subsequently, formation processing of an application film is performed like previous statement, Wafer W is conveyed from the application unit 20 to the aging unit 30 by SABUA-MU 51, and gelling processing is performed in the aging unit 30. This rear-door 62b is opened and Wafer W is delivered to MEINA-MU 13 from the heating plate 31.

[0039] With such composition, the whole process since the inside of the processing room 6 is filled with the steam of ethylene glycol, after performing application processing in the application unit 20 until it performs gelling processing in the aging unit 30 is covered, and evaporation of the solvent in an application film is suppressed. For this reason, since prevention of gelling of an application film is suppressed further, a better thin film can be formed.

[0040] Then, drawing 8 explains the gestalt of the operation of further others of this invention. The gestalt of this operation is having adjoined this order, having formed the application unit 20, the aging unit 30, and the solvent substitution unit 4 in the same unit 70, and having established the SABUA-MU mechanism 7 the auxiliary conveyance section for conveying the wafer W processed in the aging unit 30 between the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4 to exclusive use at the solvent substitution unit 4 having been made.

[0041] Also in this example, the SABUA-MU mechanism 5 for conveying the wafer W processed in the application unit 20 to exclusive use at the aging unit 30 is established between the application unit 20 and the aging unit 30, and the SABUA-MU mechanism 7 between the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4 is constituted like this SABUA-MU mechanism 5. That is, SABUA-MU 71 is constituted possible [movement] along with the guide rail (conveyance way) 72 in between both the units 30 and 4 while the sense is reversed between the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4.

[0042] With the gestalt of this operation, after delivering Wafer W on the chuck 25 of the application unit 20 and performing application processing in this unit 20 from MEINA-MU 13, Wafer W is conveyed to the aging unit 30 by SABUA-MU 51, and it delivers to the heating plate 31. Subsequently, after performing gelling processing in this unit 30, Wafer W is delivered to SABUA-MU 71, and it conveys to the solvent substitution unit 4, and delivers on a chuck 41. And after performing substitution processing of a solvent in this unit 4, Wafer W is delivered to MEINA-MU 13 from a chuck 41, and the wafer W concerned is conveyed with this arm 13 to the unit which performs BE-KU processing.

[0043] With such composition, not only between the application unit 20 and the aging units 30 but conveyance of the wafer W between the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4 is performed promptly. For this reason, since gelling processing can be performed where evaporation of the solvent of an application film is suppressed, in suppressing film decrease and membranous aggravation, since it is suppressed that membranous structure collapses since the time when the big surface tension of a solvent joins the network structure of TEOS is short, it can form a still better thin film.

[0044] As this invention shows above at drawing 9, you may constitute the auxiliary conveyance section. The application unit 20, the aging unit 30, and the solvent substitution unit 4 consist of this example as another unit, respectively, for example. the arm of the couple which holds the auxiliary conveyance section 8 on both sides of a part of both periphery section of for example, the wafer W -- Members 81a and 81b -- having -- **** -- this arm -- Members 81a and 81b are constituted by the breaker style 82 free [opening and closing for example, in the direction of

y] Moreover, the breaker style 82 consists of upper part positions of each units 20, 30, and 4 possible [movement in x directions] along with the guide rail 83.

[0045] such composition — Wafer W — from [from the application unit 20 to the aging unit 30] the aging unit 30 up to the solvent substitution unit 4 — an arm — it is held by Members 81a and 81b, and is conveyed by exclusive use along with a guide rail 83 For this reason, since conveyance of the wafer W between these units is performed promptly and evaporation of the solvent in an application film is suppressed as a result even if it is the case where these units 20, 30, and 4 are constituted as another unit, membraneous aggravation of a thin film is prevented. In addition, this auxiliary conveyance section may be applied when the application unit 20, the aging unit 30, and the solvent substitution unit 4 are constituted as the same unit, and you may make it apply it to conveyance only between the application unit 20 and the aging unit 30.

[0046] Moreover, this invention is applicable also to the application film formation equipment of a vertical mold as shown in drawing 10 . When this equipment is explained briefly, 91 in drawing is MEINA-MU constituted free [rise-and-fall ease, attitude ease, and rotation]. to the one side (left-hand side) of this MEINA-MU 91 The hydrophobing processing unit 92 which makes the pretreatment section for performing hydrophobing processing of Wafer W, and five heating units 93a-93e which make the heating unit for heat-treating to Wafer W (BE-KU processing) are accumulated sequentially from [this] the bottom, and are prepared.

[0047] On the other hand, the reception section 94 for receiving Wafer W from the equipment exterior, and the application unit 20, the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4 are accumulated sequentially from [this] the bottom, and is prepared in the other side (right-hand side) of MEINA-MU 91. In this way, two or more unit groups are prepared in the both sides of MEINA-MU 91, respectively, and the conveyance way of MEINA-MU 91 is formed between these unit groups. and the side of the application unit 20 and the aging unit 30 — SABUA-MU 96 which makes the auxiliary conveyance section is formed free [rise-and-fall ease, attitude ease, and rotation] in the case 95 at the opposite side of the section, for example, the conveyance way of MEINA-MU 91, and the interior of the aforementioned case 95 serves as a conveyance way of SABUA-MU 96

[0048] Since, as for Wafer W, such composition is also conveyed by exclusive use by SABUA-MU 96 in between the application unit 20 and the aging units 30, conveyance between these units 20 and 30 is performed promptly. For this reason, since evaporation of the solvent in an application film is suppressed, membraneous aggravation of a thin film is prevented. Moreover, it may be made to make the inside of a case 95 into ethylene glycol atmosphere, a case 95 is extended to the side of the solvent substitution unit 4, and you may make it convey Wafer W to exclusive use by SABUA-MU 96 between the aging unit 30 and the solvent substitution unit 4 also in this example. In addition, it may set above and you may be a glass substrate not only a wafer but for liquid crystal displays as a substrate in this invention.

[0049]

[Effect of the Invention] According to this invention, after applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the colloid or the particle which is the starting material of a membrane formation component, the process of the next step can be carried out promptly and a good thin film, for example, a layer insulation film, can be obtained.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the plan showing an example of the gestalt of 1 operation of the application film formation equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the cross section showing an example of application / aging unit of the aforementioned application film formation equipment.

[Drawing 3] It is the cross section showing an example of the application unit of the aforementioned application / aging unit.

[Drawing 4] It is the cross section showing an example of the aging unit of the aforementioned application / aging unit.

[Drawing 5] It is the cross section showing an example of the solvent substitution unit of the aforementioned application film formation equipment.

[Drawing 6] It is the plan showing other examples of application / aging unit.

[Drawing 7] It is the perspective diagram showing other examples of application / aging unit.

[Drawing 8] It is the plan showing other examples of the aforementioned application film formation equipment.

[Drawing 9] It is the plan showing the example of further others of the aforementioned application film formation equipment.

[Drawing 10] It is the plan showing the example of further others of the aforementioned application film formation equipment.

[Drawing 11] It is explanatory drawing showing the situation of the denaturation of the application film in a sol-gel method.

[Description of Notations]

13 MEINA-MU

2 Application / Aging Unit

20 Application Unit

30 Aging Unit

4 Solvent Substitution Unit

5 Seven SABUA-MU mechanism

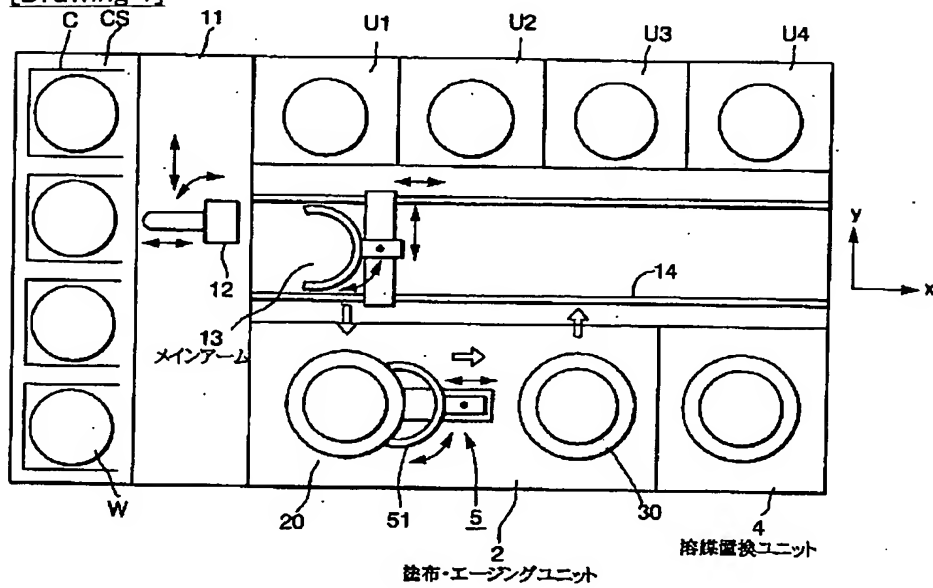
6 Processing Room

W Semiconductor wafer

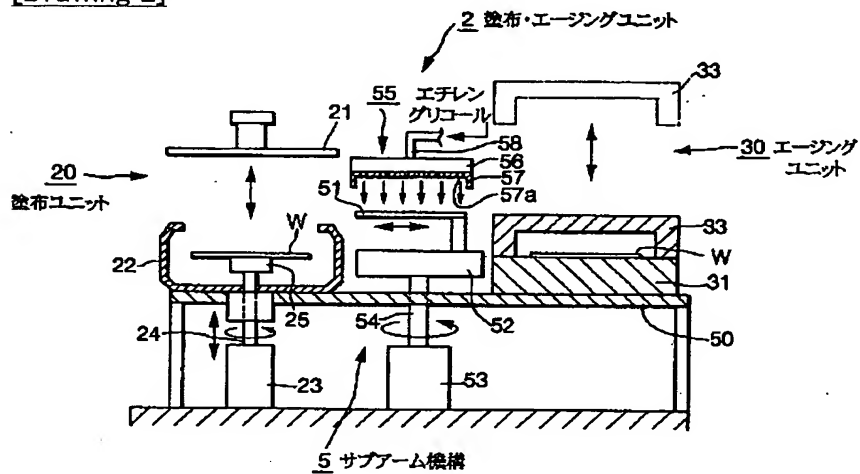
[Translation done.]

DRAWINGS

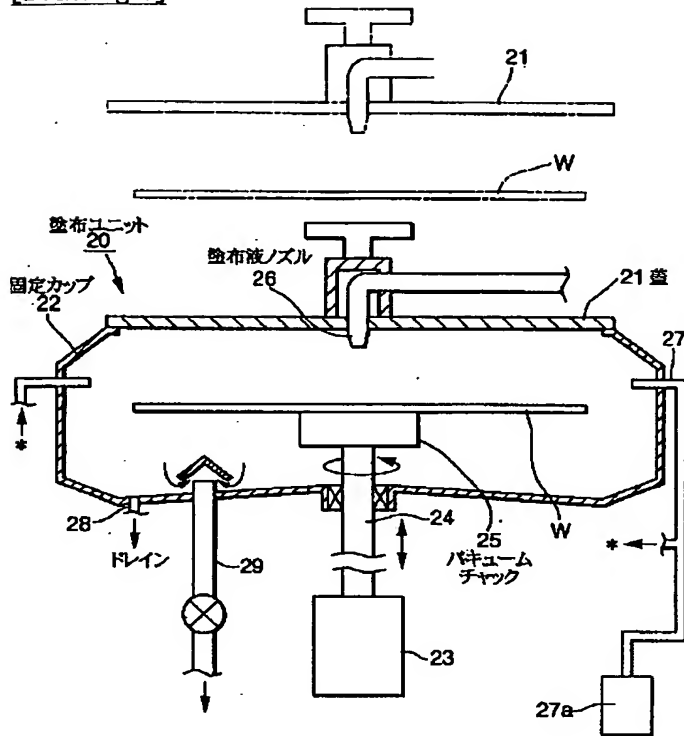
[Drawing 1]



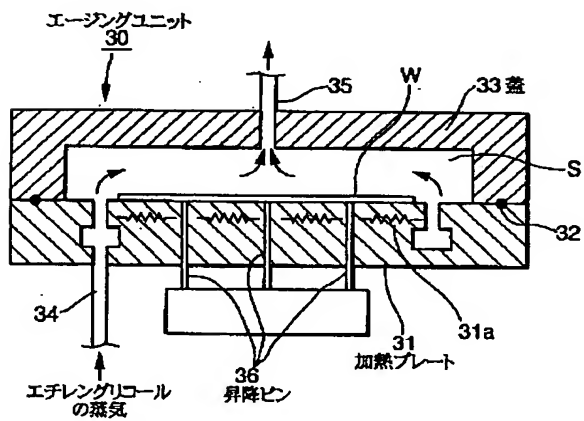
[Drawing 2]



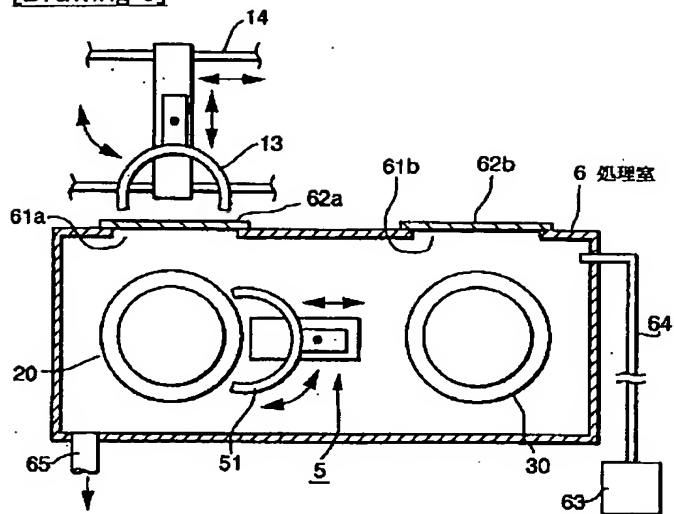
[Drawing 3]



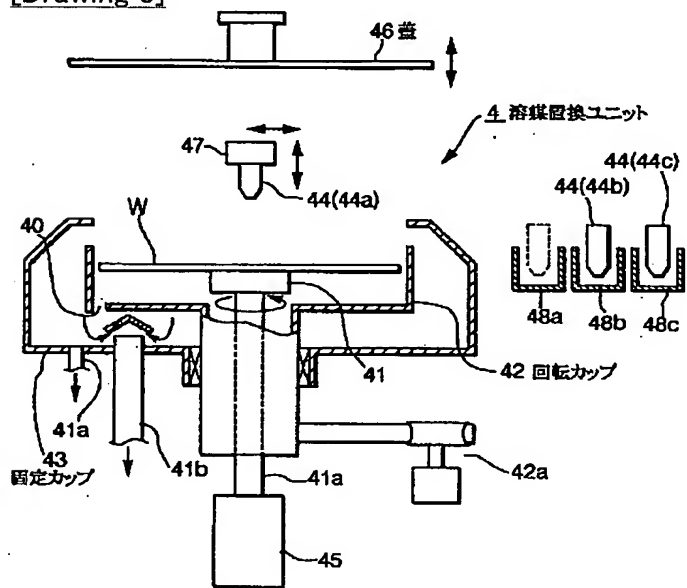
[Drawing 4]



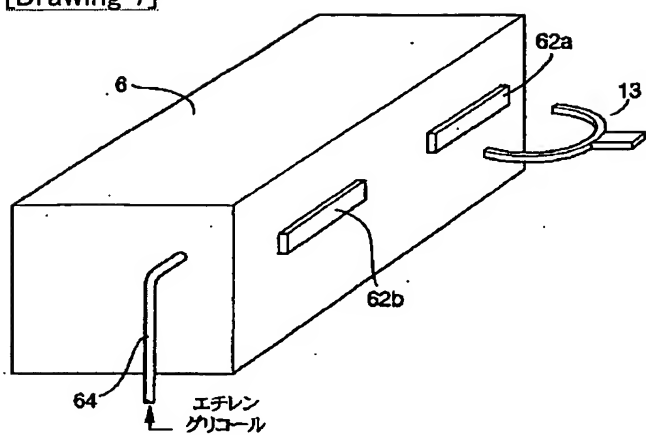
[Drawing 6]



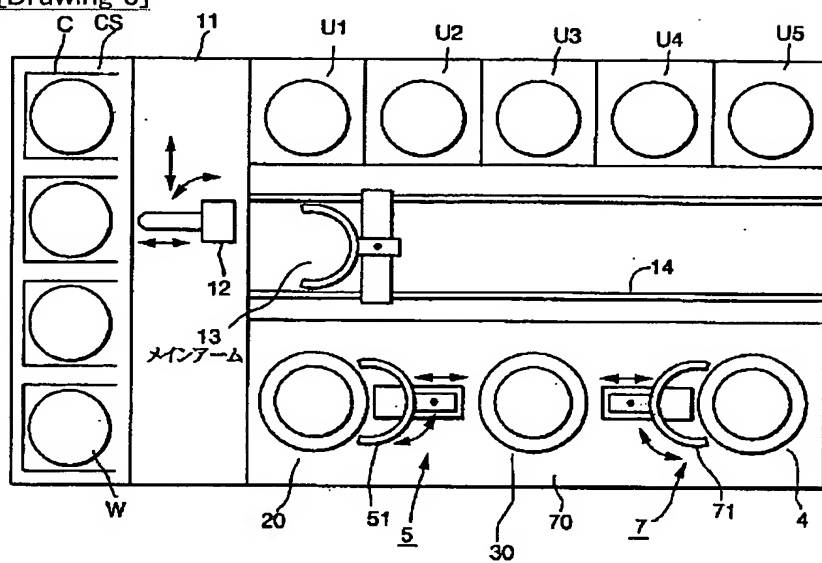
[Drawing 5]



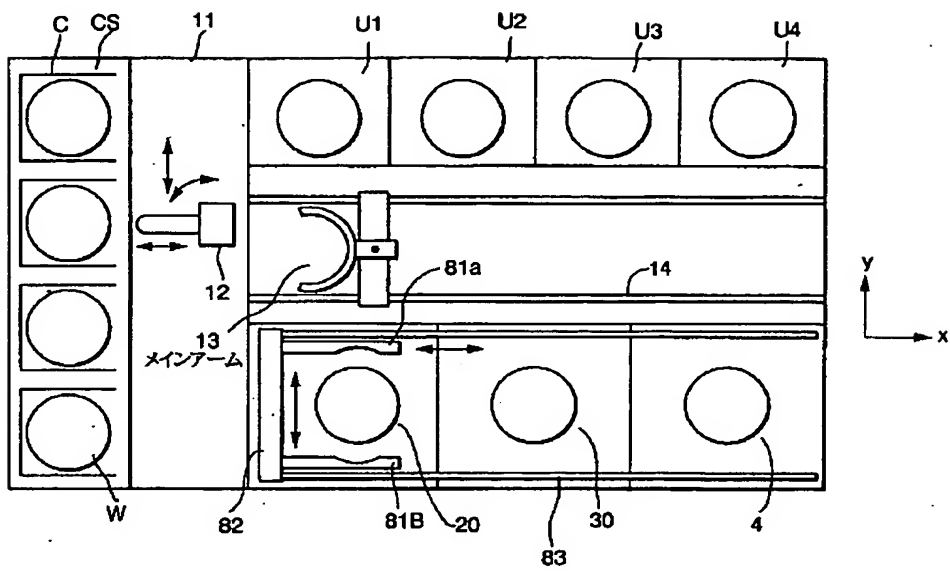
[Drawing 7]



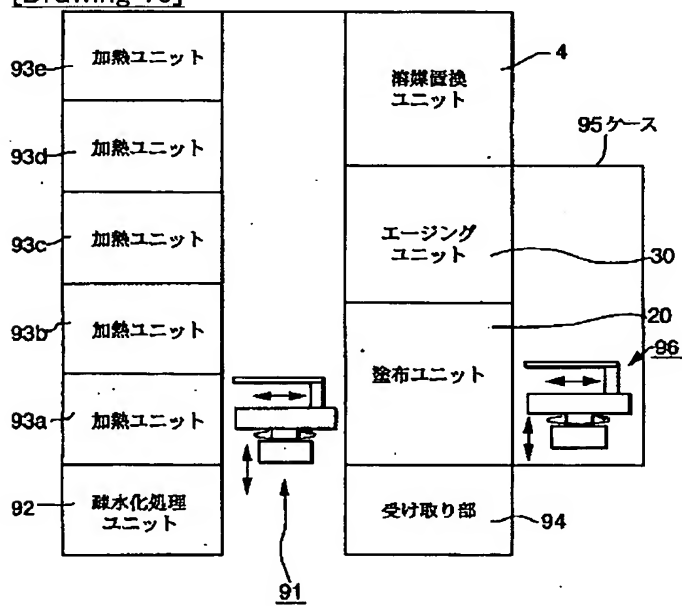
[Drawing 8]



[Drawing 9]

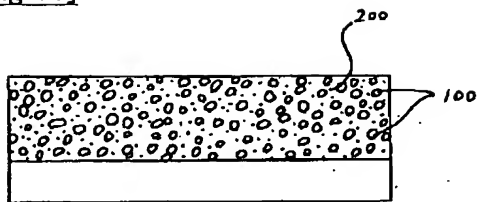


[Drawing 10]

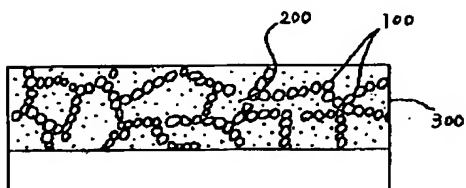


[Drawing 11]

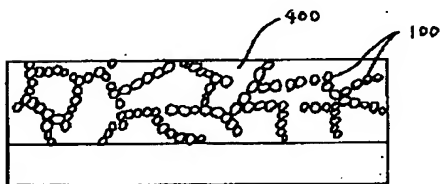
(a)



(b)



(c)



CORRECTION or AMENDMENT

[Official Gazette Type] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of patent law

[Section partition] The 2nd partition of the 7th section

[Date of issue] April 20, Heisei 13 (2001. 4.20)

[Publication No.] JP,11-214375,A

[Date of Publication] August 6, Heisei 11 (1999. 8.6)

[**** format] Open patent official report 11-2144

[Filing Number] Japanese Patent Application No. 10-30502

[The 7th edition of International Patent Classification]

H01L 21/31
B05C 9/08
11/08
G03F 7/16 502
H01L 21/316
21/768

[FI]

H01L 21/31 A
B05C 9/08
11/08
G03F 7/16 502
H01L 21/316 G
21/90 Q

[Procedure revision]

[Filing Date] February 17, Heisei 12 (2000. 2.17)

[Procedure amendment 1]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] Claim

[Method of Amendment] Change

[Proposed Amendment]

[Claim(s)]

[Claim 1] The application section for applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the particle or colloid of a starting material of a membrane formation component, and forming an application film,

The gelling processing section for gelling the particle or colloid in the application film which was adjoined and prepared in this application section and was formed in the application section concerned,

Two or more pretreatment sections for performing processing before applying the aforementioned application liquid to a substrate,

Two or more heating units for drying the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section,

The reception section for receiving the substrate from the outside,

The main conveyance section which conveys the substrate after being processed in the aforementioned gelling processing section to the aforementioned heating unit while receiving a substrate from this reception section and conveying in the application section through the aforementioned pretreatment section,

Application film formation equipment characterized by having the auxiliary conveyance section which conveys the substrate applied in the aforementioned application section in the gelling processing section.

[Claim 2] Application film formation equipment according to claim 1 characterized by having a means to supply the steam of the component of the aforementioned solvent to the conveyance

way of the substrate in the aforementioned auxiliary conveyance section.

[Claim 3] It is the case of a wrap sake about the aforementioned application section and the gelling processing section.

Application film formation equipment according to claim 1 characterized by including the means for supplying the steam of the component of the aforementioned solvent in this case.

[Claim 4] It is adjacently prepared in the gelling processing section, a solvent other than the aforementioned solvent is supplied to the substrate processed in the gelling processing section, and it has the solvent substitution processing section for replacing the solvent in the aforementioned application film by another solvent.

The main conveyance section conveys the substrate processed in the aforementioned solvent substitution processing section to a heating unit.

The auxiliary conveyance section is application film formation equipment according to claim 1, 2, or 3 characterized by conveying the substrate processed in the gelling processing section in the aforementioned solvent substitution processing section.

[Claim 5] The starting material of a membrane formation component is application film formation equipment according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by being a tetrapod ethoxy silane.

[Claim 6] The steam of the component of a solvent is application film formation equipment according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 characterized by being ethylene glycol.

[Claim 7] The application section for applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the particle or colloid of a starting material of a membrane formation component, and forming an application film,

The gelling processing section for gelling the particle or colloid in the application film which carried out the laminating perpendicularly, was prepared in it to this application section, and was formed in the application section concerned,

Two or more heating units for drying the substrate after carrying out the laminating perpendicularly, being prepared in it to two or more pretreatment sections which perform processing before applying the aforementioned application liquid to a substrate, and this pretreatment section and being processed in the aforementioned gelling processing section, The main conveyance section which conveys the substrate processed in the aforementioned gelling processing section to the aforementioned heating unit while conveying the substrate which was constituted free [rise and fall] at least and free [an attitude], and was pretreated in the aforementioned pretreatment section in the application section,

It is constituted free [rise and fall] at least and free [an attitude], and has the auxiliary conveyance section which conveys the substrate applied in the aforementioned application section in the gelling processing section.

The conveyance way of the aforementioned auxiliary conveyance section is application film formation equipment characterized by having been arranged at the conveyance way and opposite side of the aforementioned main conveyance section on both sides of the aforementioned application section and the aforementioned gelling processing section.

[Claim 8] Application film formation equipment according to claim 7 characterized by having a means to supply the steam of the component of the aforementioned solvent to the aforementioned auxiliary conveyance way.

[Procedure amendment 2]

[Document to be Amended] Specification

[Item(s) to be Amended] 0011

[Method of Amendment] Change

[Proposed Amendment]

[0011] Moreover, in the aforementioned application film formation equipment, it is prepared adjacently at the gelling processing section, and as another solvent to the substrate processed in the gelling processing section as the aforementioned solvent supplies, it has the solvent substitution processing section for replacing the solvent in the aforementioned application film with another solvent, and the substrate processed in the gelling processing section by the auxiliary conveyance section may make convey to the aforementioned solvent substitution processing section. In this case, since the time when the big surface tension of a solvent joins

the network structure of TEOS is shortened, collapse of membranous structure is suppressed and a good thin film is obtained. Furthermore, the application section for other invention applying to a substrate the application liquid which made the solvent distribute the particle or colloid of a starting material of a membrane formation component, and forming an application film, The gelling processing section for gelling the particle or colloid in the application film which carried out the laminating perpendicularly, was prepared in it to this application section, and was formed in the application section concerned, Two or more heating units for drying the substrate after carrying out the laminating perpendicularly, being prepared in it to two or more pretreatment sections which perform processing before applying the aforementioned application liquid to a substrate, and this pretreatment section and being processed in the aforementioned gelling processing section, While conveying the substrate which was constituted free [rise and fall] at least and free [an attitude], and was pretreated in the aforementioned pretreatment section in the application section The main conveyance section which conveys the substrate processed in the aforementioned gelling processing section to the aforementioned heating unit, It is constituted free [in rise and fall] at least, and free in an attitude, has the auxiliary conveyance section convey the substrate applied in the aforementioned application section to the gelling processing section, and carries out that the conveyance way of the aforementioned auxiliary conveyance section has been arranged at the conveyance way and opposite side of the aforementioned main conveyance section on both sides of the aforementioned application section and the aforementioned gelling processing section as the feature.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-214375

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 L 21/31
B 0 5 C 9/08
11/08
G 0 3 F 7/16
H 0 1 L 21/316

識別記号

5 0 2

F I

H 0 1 L 21/31
B 0 5 C 9/08
11/08
G 0 3 F 7/16
H 0 1 L 21/316

A

5 0 2

G

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-30502

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月27日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 永嶋 慎二

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(72) 発明者 竹下 和宏

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(72) 発明者 村松 誠

熊本県菊池郡菊陽町津久礼2655番地 東京
エレクトロン九州株式会社熊本事業所内

(74) 代理人 弁理士 井上 俊夫 (外1名)

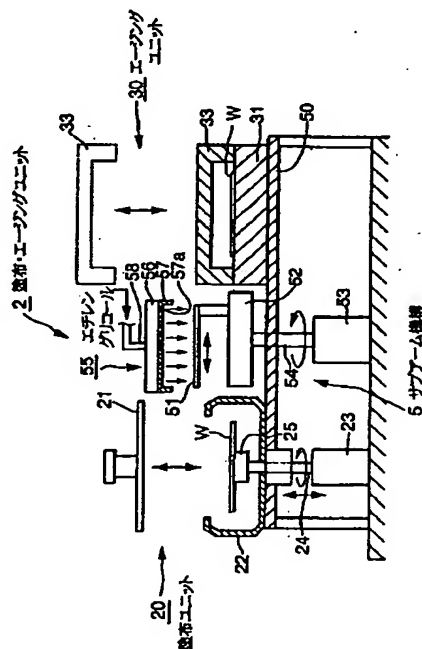
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 塗布膜形成装置

(57) 【要約】

【課題】 例えばTEOSのコロイドを溶媒に分散させた塗布液を半導体ウエハに塗布ユニットで塗布し、次いで塗布膜中のコロイドをエージングユニットでゲル化して、シリコン酸化膜よりなる層間絶縁膜を得る場合に、溶媒の蒸発を抑えて良質な膜とすること。

【解決手段】 塗布ユニット20とエージングユニット30とを、同一ユニット内に互いに隣接して配置し、塗布ユニット20で処理されたウエハWを、専用のサブアーム51によりエージングユニット30に搬送する。このようにすると、塗布ユニット20にて処理されたウエハWを速やかにエージングユニット30に搬送することができるので、塗布膜中の溶媒の蒸発を抑え、良質な膜を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 成膜成分の出発物質の粒子またはコロイドを溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布して塗布膜を形成するための塗布部と、

この塗布部に隣接して設けられ、当該塗布部にて形成された塗布膜中の粒子またはコロイドをゲル化するためのゲル化処理部と、

前記塗布液を基板に塗布する前の処理を行うための複数の前処理部と、

前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を乾燥するための複数の加熱部と、

外部からの基板を受け取るための受け取り部と、

この受け取り部から基板を受け取って前記前処理部を介して塗布部に搬送すると共に、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を前記加熱部に搬送する主搬送部と、前記塗布部で塗布された基板をゲル化処理部に搬送する補助搬送部と、を備えたことを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項2】 前記補助搬送部における基板の搬送路に前記溶媒の成分の蒸気を供給する手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の塗布膜形成装置。

【請求項3】 前記塗布部及びゲル化処理部を覆うためのケースと、

このケース内に前記溶媒の成分の蒸気を供給するための手段と、を含むことを特徴とする請求項1記載の塗布膜形成装置。

【請求項4】 ゲル化処理部に隣接して設けられ、ゲル化処理部にて処理された基板に前記溶媒とは別の溶媒を供給し、前記塗布膜中の溶媒を別の溶媒と置換するための溶媒置換処理部を備え、

主搬送部は前記溶媒置換処理部にて処理された基板を加熱部に搬送し、

補助搬送部はゲル化処理部にて処理された基板を前記溶媒置換処理部に搬送することを特徴とする請求項1、2または3記載の塗布膜形成装置。

【請求項5】 成膜成分の出発物質は、テトラエトキシシランであることを特徴とする請求項1、2、3または4記載の塗布膜形成装置。

【請求項6】 溶媒の成分の蒸気は、エチレングリコールであることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載の塗布膜形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基板の上に塗布膜を塗布して例えばシリコン酸化膜を形成する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの層間絶縁膜を形成する方法として、CVD法や熱酸化法などがあるが、その他にゾル-ゲル法と呼ばれている方法がある。この方法

は、例えばTEOS（テトラエトキシシラン； $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ ）のコロイドをエタノール溶液などの有機溶媒に分散させた塗布液を半導体ウエハ（以下単にウエハという）の表面に塗布し、その塗布膜をゲル化した後乾燥させてシリコン酸化膜を得る手法であり、特開平8-162450号及び特開平8-59362号などに記載されている。

【0003】 この方法における塗布膜の変性の様子を模式的に図11に示すと、まず塗布液をウエハに塗布したときにはTEOSの粒子あるいはコロイド100が溶媒200中に分散された状態になっており（図11（a）参照）、次いでこの塗布液がアルカリ性雰囲気中に晒されることによりTEOSが縮重合すると共に加水分解して塗布膜がゲル化し、TEOS300の網状構造が形成される（図11（b）参照）。

【0004】 そして塗布液中の水分を除去するために塗布膜中の溶媒を他の溶媒400に置き換え（図11（c）参照）、その後乾燥させてシリコン酸化膜の塗布膜が得られる。なお図11（c）に示す溶媒の置換工程では、水分を除去する目的の他にエタノールよりも表面張力の小さい溶媒を用いて、溶媒が蒸発するときにTEOSの網状構造体に大きな力が加わらないようにして膜の構造が崩れることを抑える目的もある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このようなゾル-ゲル法を実際の製造ラインに適用しようとする、塗布液をウエハに塗布するための塗布ユニット、塗布膜をゲル化するためのゲル化ユニット及び塗布膜中の溶媒を別の溶媒に置換するための置換ユニットが必要であり、またウエハに対する疎水化処理などの前処理を行うための前処理ユニット、ウエハを乾燥させるためのベークユニットなども必要であって、さらにこれら各ユニット間にウエハを搬送するための搬送機構を設けて装置が構成される。

【0006】 ところでウエハに塗布液を塗布すると、溶媒が有機溶剤であるため蒸発し、蒸発量が多いと予定の膜厚、膜質が得られないという問題がある。

【0007】 本発明はこのような事情の下になされたものであり、その目的は、コロイドあるいは粒子状の成膜成分の出発物質を溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布した後、次段の工程を速やかに実施することができ、良質な薄膜例えば層間絶縁膜を得ることのできる技術を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 このため本発明の塗布膜形成装置は、成膜成分の出発物質の粒子またはコロイドを溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布して塗布膜を形成するための塗布部と、この塗布部に隣接して設けられ、当該塗布部にて形成された塗布膜中の粒子またはコロイドをゲル化するためのゲル化処理部と、前記塗布液

を基板に塗布する前の処理を行うための複数の前処理部と、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を乾燥するための複数の加熱部と、外部からの基板を受け取るための受け取り部と、この受け取り部から基板を受け取って前記前処理部を介して塗布部に搬送すると共に、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を前記加熱部に搬送する主搬送部と、前記塗布部で塗布された基板をゲル化処理部に搬送する補助搬送部と、を備えたことを特徴とする。

【0009】このような発明によれば、基板は塗布部からゲル化処理部まで専用の補助搬送部により搬送されるので、基板に塗布液が塗布された後は速やかに次段の工程に移行でき、これにより溶媒の蒸発が抑えられ、この結果良質な薄膜が得られる。

【0010】ここで前記塗布膜形成装置では、前記補助搬送部における基板の搬送路には前記溶媒の成分の蒸気例えばエチレングリコールを供給する手段を備えるようにしてもよいし、前記塗布部及びゲル化処理部を覆うためのケースと、このケース内に前記溶媒の成分の蒸気を供給するための手段と、を備えるようにしてもよく、この場合には基板の搬送中における塗布膜中の溶媒の蒸発がさらに抑えられる。

【0011】また前記塗布膜形成装置に、ゲル化処理部に隣接して設けられ、ゲル化処理部にて処理された基板に前記溶媒とは別の溶媒を供給し、前記塗布膜中の溶媒を別の溶媒と置換するための溶媒置換処理部を備え、補助搬送部によりゲル化処理部にて処理された基板を前記溶媒置換処理部に搬送するようにしてもよい。この場合には、溶媒の大きな表面張力がTEOSの網状構造に加わる時間が短縮されるので、膜の構造の崩れが抑えられ、良質な薄膜が得られる。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態に係る塗布膜形成装置の全体構成を概略的に示す平面図である。11は基板であるウエハの入出力ポートであり、12は受け取り部をなす搬送アーム、13は主搬送部をなすメインアームである。メインアーム13の搬送路(ガイドレール)14の一方側には、塗布部である塗布ユニット20とゲル化処理部であるエージングユニット30とを備えた塗布・エージングユニット2及び溶媒置換処理部である溶媒置換ユニット4がこの順に並んで配列されている。

【0013】また前記搬送路14の他方側にも処理ユニットU1～U4が並んでおり、これら処理ユニットU1～U4については、疎水化処理、冷却処理及び熱処理(ベーク処理)などを行うためのユニットが夫々割り当てられる。本実施の形態では前記疎水化処理や冷却処理を行うためのユニットが、塗布液をウエハWに塗布する前の処理を行うための前処理部に相当し、また前記熱処理を行うためのユニットが、エージングユニット30に

て処理されたウエハWを乾燥するための加熱部に相当する。

【0014】前記搬送アーム12及びメインアーム13はx方向及びy方向に移動自在、回転自在に構成されており、カセットステージCSに置かれたカセットCからウエハWが搬送アーム12により取り出されてメインアーム13に受け渡され、当該ウエハWはメインアーム13によって前記各ユニット2、4、U1～U4に順次搬送されるようになっている。

10 【0015】続いて前記塗布・エージングユニット2について図2～図4を参照して説明するが、このユニットには図2に示すように例えば塗布ユニット20とエージングユニット30とが隣接して設けられている。まず塗布ユニット20について図3を参照しながら述べると、この塗布ユニット20は、上面が蓋21によって開閉される固定カップ22と、このカップ22の底面から挿入され、駆動部23によって昇降及び回転できる回転軸24と、この回転軸24の上端に設けられたウエハ保持部であるバキュームチャック25と、前記蓋21に組み合

20 わせて設けられ、ウエハWの中心部に塗布液を供給するための塗布液ノズル26とを備えている。カップ22には、溶媒蒸気発生源27aにて発生した、塗布液で用いられている溶媒の蒸気を供給するための溶媒蒸気供給管27が接続されると共に、更にドレイン管28、排気管29が接続されている。

【0016】また前記エージングユニット30について図4を参照しながら説明すると、このエージングユニット30は、ヒータ31aを内蔵した例えばセラミックスからなる加熱プレート31と、この加熱プレート31の上方に処理室をなす空間Sを形成するように、当該加熱プレート31の周縁部にシール部材32を介して密接すると共に、加熱プレート31に対して接離する蓋33と、加熱プレート31に置かれたウエハWを囲むように、当該加熱プレート31の表面に供給口が形成されたガス供給路34と、蓋33の中央部に吸い込み口が形成された排気路35と、加熱プレート31とその上方位置との間でウエハWを昇降させる例えば3本の昇降ビン36とを備えている。なお蓋33にも加熱手段例えばヒータを設けることが好ましい。

40 【0017】これら塗布ユニット20の固定カップ22とエージングユニット30とは、例えば図2に示すように共通の水平な基台50上に隣接して配設されており、基台50上のこれらのユニット20、30の間には補助搬送部をなすサブアーム機構5が設けられている。

【0018】このサブアーム機構5は塗布ユニット20で処理されたウエハWをエージングユニット30まで専用に搬送するためのものであり、このため例えばウエハWの下面の周縁部の一部を保持するサブアーム51を備え、このサブアーム51がガイドレール52に沿って水平方向(図1中x方向)に移動可能に構成さ

れ、さらにガイドレール52自体が駆動部53によって鉛直な回転軸54を介して水平な方向に回転可能に構成されている。こうしてサブアーム51は、塗布ユニット20とエージングユニット30との間でウエハWを受け取るために向きが反転されると共に、待機位置(図2中実線で示す位置)と塗布ユニット20からウエハWを受け取る位置との間及び待機位置とエージングユニット30にウエハWを受け渡す位置との間を移動できるようになっている。またこの例ではガイドレール52が基台50よりも上方側に位置するように配置されている。

【0019】またサブアーム51の上方側には、塗布ユニット20とエージングユニット30との間のウエハWの搬送路(ガイドレール52)に、塗布液で用いられている溶媒の成分の蒸気を供給するための手段をなす溶媒蒸気供給部55が設けられている。この溶媒蒸気供給部55は、待機位置にあるサブアーム51と対向するように設けられた溶媒の蒸気を分散するための分散室56と、この分散室56の下面に取り付けられ、多数の蒸気孔57aが穿設された蒸気拡散板57とを備えており、前記分散室56には、例えば図示しない溶媒蒸気発生源にて発生した溶媒の蒸気を供給するための溶媒蒸気供給管58が接続されている。

【0020】続いて前記溶媒置換ユニット4について図5を用いて説明する。このユニット4は、ウエハWを水平に保持して回転させるバキュームチャック41と、このチャック41上のウエハWを囲むように設けられ、排液孔40を有する回転カップ42と、この回転カップ42の外側に設けられ、排液路41a及び排気路41bが接続された固定カップ43と、ウエハWに溶媒を供給するためのノズル44とを備えている。また図中45はチャック41の回転軸41aを回転及び昇降させるための駆動部、42aは回転カップ4を回転させるための駆動部である。

【0021】前記固定カップ43の上面の開口部は昇降可能な蓋46により開閉されるように構成されている。また前記ノズル44としては、この例ではエタノール、HMDS(ヘキサメチルジシラン)及びヘプタンを夫々吐出する3個のノズル44a、44b、44cが用意されており、これらノズル44a、44b、44cは、この順に搬送アーム47により夫々ノズル受け部48a、48b、48cから把持して取り出され、ウエハWの中心部の上方側に搬送されるようになっている。

【0022】このような塗布膜形成装置では、疎水化処理及び冷却処理が行なわれたウエハWがメインアーム13により塗布・エージングユニット2、溶媒置換ユニット4、ベーク処理を行うユニットに順次搬送され、各ユニットにおいて所定の処理が行われることによりウエハW表面にシリコン酸化膜よりなる層間絶縁膜が形成される。

【0023】続いて塗布・エージングユニット2及び溶

媒置換ユニット4にて行われる処理について説明する。まず塗布・エージングユニット2では、塗布ユニット20にてウエハWの表面に塗布液を塗布して塗布膜を形成する処理が行なわれた後、当該ウエハWがサブアーム51によりエージングユニット30に搬送され、次いで当該ユニット30においてウエハW上に形成された塗布膜の粒子またはコロイドをゲル化する処理が行なわれる。

【0024】具体的には、塗布ユニット20では、前記メインアーム13により塗布ユニット20まで搬送されたウエハWは、例えば図3の鎖線の位置でチャック25に受け渡され、チャック25が下降した後、蓋21によりカップ22が密閉される。ここで用いられる塗布液は、金属アルコキシドであるTEOSのコロイドあるいは粒子を、有機溶媒である例えばエチレングリコール及びエチルアルコールと更に水及び微量の塩酸とを含む溶媒に分散させたものである。エチレングリコールは塗布時の塗布液の粘度を適切な値に調整する役割の他、塗布後の工程では蒸気圧の低いエチルアルコールはほとんど蒸発してしまうと考えられるので、溶媒として残って(エチレングリコールは蒸気圧が高いので)その蒸発を押さえる役割もある。

【0025】そしてこの例では例えば排気管29から排気をしながら溶媒蒸気供給管27からエチレングリコールの蒸気をカップ22内に供給し、カップ22内が蒸気で満たされた後排気を止め、ノズル26から塗布液をウエハWの中心部に供給する。次いでチャック25によりウエハWを回転させ、塗布液を遠心力によりウエハW表面に伸展させて塗布膜を形成する。このようにカップ22内をエチレングリコールの蒸気で満たした状態で処理を行うのは、塗布液中の溶媒の蒸発を抑えるためである。なお図示していないがこの後カップ22内のノズルから溶剤がウエハWの周縁部に吹き付けられて周縁部の塗布膜が除去される。

【0026】こうして塗布ユニット20にて塗布処理を行った後、ウエハWをサブアーム51によりエージングユニット30まで搬送する。まず例えば蓋21を少し持ち上げた状態にしてカップ22内を排気し、蓋21及びチャック25を上昇させて、ウエハWをチャック25からサブアーム51に受け渡す。つまり溶媒蒸気供給部55からガイドレール52上に溶媒例えばエチレングリコールの蒸気を供給し、サブアーム51の向きを塗布ユニット20側に向け、当該サブアーム51を待機位置から塗布ユニット20からウエハWを受け取る位置まで移動させて、ウエハWをチャック25からサブアーム51に受け渡す。

【0027】そしてエージングユニット30の蓋33を上昇させて、サブアーム51の向きをエージングユニット30側に向け、当該サブアーム51をエージングユニット30にウエハWを受け渡す位置まで移動させ、昇降ビン36とサブアーム51との協働作用により、サブア

ーム51から加熱プレート31上にウエハWを受け渡す。

【0028】次いでエージングユニット30では、ウエハW上の塗布膜に含まれるTEOSのコロイドをゲル化して、コロイドを網目状に連鎖させる処理が行われる。つまりエージングユニット30では加熱プレート31にウエハWが載置された後、蓋33を閉じ、排気路35から排気しながら、ガス供給路34から例えばエチレングリコールの蒸気を処理室内に導入する。このときウエハWは例えば100℃前後に加熱されている。

【0029】前記TEOSのコロイドをゲル化して、コロイドを網目状に連鎖させる処理は塗布膜を加熱することにより促進されるが、この際加熱を行う代わりにアンモニアガスを用い、当該アンモニアガスをアルカリ触媒として用いてTEOSに作用させ、ゲル化を促進させるようにしてもよい。またエチレングリコールの蒸気を処理室内に導入しているのは塗布膜中の溶媒の蒸発を抑えるためであり、従って例えば処理室内の温度において飽和蒸気（エチレングリコールの相対湿度で100%）となるように、配管及び蒸気発生源などが温度調整される。

【0030】続いて溶媒置換ユニット4にて行われる処理について説明する。前記エージングユニット3にて処理されたウエハWは加熱プレート31からメインアーム13に受け渡され、このメインアーム13により溶媒置換ユニット4に搬送される。そしてこのユニット4では、塗布液の溶媒とは別の溶媒を供給し、ウエハW上に形成された塗布膜中の溶媒を別の溶媒と置換する処理が行われる。

【0031】具体的には蓋46が開いている状態で、固定カップ43の上方位置にてチャック41にメインアーム13からウエハWを受け渡し、チャック41を下降させる。次いでまずノズル44aから水分が可溶性薬品例えばエタノールをウエハWのほぼ回転中心部に滴下しすると共にウエハWと回転カップ42とを回転させ、遠心力によりエタノールをウエハW表面全体に拡散させる。これによって塗布膜中の水分にエタノールが溶け込み、結果として水分がエタノールで置換されることになる。

【0032】続いて蓋46を開け、同様にしてHMDSをウエハW表面のほぼ回転中心部に供給し、塗布膜中の水酸基を除去する。さらにヘプタンをウエハW表面のほぼ回転中心部に供給し、塗布膜中の溶媒をヘプタンによって置き換える。ヘプタンを用いる理由は、表面張力が小さい溶媒を用いることによりポーラスな構造体つまりTEOSの網状構造体に加わる力を小さくしてそれが崩れないようにするためである。なお溶媒置換ユニット4は、固定カップ43及び回転カップ42の2重カップ構造の例で説明したが、塗布ユニット2と同様に固定カップのみを用いた構造としてもよい。

【0033】上述の実施の形態では、塗布ユニット20

とエージングユニット30とを同一ユニット2内に隣接して配設し、ウエハWを塗布ユニット20からエージングユニット30まで専用のサブアーム51により搬送するようにしたので、塗布ユニット20にて塗布処理が行われたウエハWは、別のウエハWの搬送を待つことなく速やかにエージングユニット30まで搬送されて処理される。このため塗布膜の溶媒の蒸発が抑えられた状態でゲル化処理を行うことができるので、予定している膜厚、膜質が確保できる。

10 【0034】さらに塗布ユニット20とエージングユニット30との間の搬送路は距離が短いので、搬送時間が短くなり、搬送中の塗布膜の溶媒の蒸発をより低減できる上、搬送路にはエチレングリコールの蒸気が供給されているので、このエチレングリコールにより搬送中の前記溶媒の蒸発がさらに抑えられる。

【0035】ここでサブアーム51が無い場合には、塗布ユニット20とエージングユニット30との間をメインアーム13で搬送することになる。このため塗布処理が終了しても、メインアーム13が他のユニット間の搬送に用いられている場合にはメインアーム13を待つ必要がある。またメインアーム13は中央のガイドレール14に沿って移動するので、塗布ユニット20とエージングユニット30との間の搬送路が長くなってしまい、搬送時間が長くなる。このためウエハWを塗布ユニット20からエージングユニット30まで搬送するまでにかなりの時間がかかるので、塗布膜の溶媒の蒸発量が多くなるおそれがある。

【0036】続いて本発明の他の実施の形態について図6及び図7を用いて説明する。この実施の形態は、塗布・エージングユニット2全体を処理室（ケース）6で覆うと共に、処理室6内を塗布膜の溶媒の成分例えばエチレングリコールの蒸気で満たすことを特徴とするものである。前記処理室6のガイドレール14に対向する側壁には、メインアーム13から塗布ユニット20にウエハWを受け渡すための開口部61aと、エージングユニット30からメインアーム13にウエハWを受け渡すための開口部61bとが夫々適切な位置に形成されており、これら開口部61a、61bは常時はドア62a、62bにより閉じられている。

40 【0037】また処理室6には溶媒蒸気発生源63にて発生したエチレングリコールの蒸気を供給するための溶媒蒸気供給管64と排気管65とが夫々接続されている。ここでこの例では溶媒蒸気発生源63と溶媒蒸気供給管64とにより処理室6内に前記溶媒の成分の蒸気を供給するための手段が構成されている。

【0038】この実施の形態では、処理室6内を排気しながら、当該処理室6内にエチレングリコールの蒸気を供給して、例えば処理室6内がエチレングリコールの飽和蒸気となるように調整されている。そして処理室6内をエチレングリコール雰囲気とした状態で、ドア62a

を開いてメインアーム13から塗布ユニット20のチャック25上にウエハWを受け渡し、ドア62aを閉じる。次いで既述のように塗布膜の形成処理を行なって、ウエハWを塗布ユニット20からサブアーム51によりエーijingユニット30に搬送し、エーijingユニット30にてゲル化処理を行なう。この後ドア62bを開いて加熱プレート31からメインアーム13にウエハWを受け渡す。

【0039】このような構成では、処理室6内はエチレングリコールの蒸気で満たされているので、塗布ユニット20にて塗布処理を行なってから、エーijingユニット30でゲル化処理を行なうまでの工程全体に亘って塗布膜中の溶媒の蒸発が抑えられる。このためさらに塗布膜のゲル化の阻害が抑えられるので、より良質な薄膜を形成することができる。

【0040】続いて本発明のさらに他の実施の形態について図8により説明する。本実施の形態は塗布ユニット20とエーijingユニット30及び溶媒置換ユニット4とを同一ユニット70内にこの順に隣接して設け、エーijingユニット30と溶媒置換ユニット4との間に、エーijingユニット30にて処理されたウエハWを溶媒置換ユニット4に専用で搬送するための補助搬送部をなすサブアーム機構7を設けたことである。

【0041】この例においても塗布ユニット20とエーijingユニット30との間には、塗布ユニット20にて処理されたウエハWをエーijingユニット30に専用で搬送するためのサブアーム機構5が設けられており、エーijingユニット30と溶媒置換ユニット4との間のサブアーム機構7はこのサブアーム機構5と同様に構成されている。つまりサブアーム71はエーijingユニット30と溶媒置換ユニット4との間で向きが反転されると共に、両ユニット30、4間をガイドレール(搬送路)72に沿って移動可能に構成されている。

【0042】この実施の形態では、メインアーム13から塗布ユニット20のチャック25上にウエハWを受け渡し、このユニット20において塗布処理を行なった後、ウエハWをサブアーム51によりエーijingユニット30に搬送し、加熱プレート31に受け渡す。次いでこのユニット30にてゲル化処理を行なった後、ウエハWをサブアーム71に受け渡して溶媒置換ユニット4に搬送し、チャック41上に受け渡す。そしてこのユニット4にて溶媒の置換処理を行なった後、ウエハWをチャック41からメインアーム13に受け渡し、このアーム13にて当該ウエハWをベーク処理を行なうユニットに搬送する。

【0043】このような構成では、塗布ユニット20とエーijingユニット30との間のみならず、エーijingユニット30と溶媒置換ユニット4との間のウエハWの搬送も速やかに行われる。このため塗布膜の溶媒の蒸発が抑えられた状態でゲル化処理を行うことができるの

で、膜減り、膜質の悪化が抑えられるうえ、溶媒の大きな表面張力がTEOSの網状構造に加わる時間が短いので、膜の構造が崩れることが抑えられるので、さらに良質な薄膜を形成することができる。

【0044】以上において本発明では補助搬送部を図9に示すように構成してもよい。この例では、例えば塗布ユニット20、エーijingユニット30、溶媒置換ユニット4は夫々別ユニットとして構成されている。補助搬送部8は、例えばウエハWの両周縁部の一部を挟んで保持する一対のアーム部材81a、81bを備えており、このアーム部材81a、81bは、開閉機構82によって例えばy方向に開閉自在に構成されている。また開閉機構82は各ユニット20、30、4の上方位位置にて、ガイドレール83に沿ってx方向に移動可能に構成されている。

【0045】このような構成では、ウエハWは塗布ユニット20からエーijingユニット30まで、及びエーijingユニット30から溶媒置換ユニット4までをアーム部材81a、81bにより保持されてガイドレール83に沿って専用で搬送される。このためこれらユニット20、30、4が別ユニットとして構成される場合であっても、これらユニット間のウエハWの搬送が速やかに行われ、この結果塗布膜中の溶媒の蒸発が抑えられるので、薄膜の膜質の悪化が防止される。なおこの補助搬送部は塗布ユニット20、エーijingユニット30、溶媒置換ユニット4が同一ユニットとして構成される場合に適用してもよいし、塗布ユニット20とエーijingユニット30との間のみの搬送に適用するようにしてもよい。

【0046】また本発明は図10に示すような縦型の塗布膜形成装置にも適用することができる。この装置について簡単に説明すると、図中91は昇降自在、進退自在、回転自在に構成されたメインアームであり、このメインアーム91の一方側(左側)には、ウエハWの疎水化処理を行なうための前処理部をなす疎水化処理ユニット92と、ウエハWに対して加熱処理(ベーク処理)を行なうための加熱部をなす例えば5つの加熱ユニット93a~93eが下からこの順に積み重ねられて設けられている。

【0047】一方メインアーム91の他方側(右側)には、装置外部からウエハWを受けとるための受け取り部94と、塗布ユニット20、エーijingユニット30、溶媒置換ユニット4とが下からこの順に積み重ねられて設けられている。こうしてメインアーム91の両側には夫々複数のユニット群が設けられ、これらユニット群の間にメインアーム91の搬送路が形成されている。そして塗布ユニット20とエーijingユニット30の側方部の、例えばメインアーム91の搬送路の反対側にはケース95内に補助搬送部をなすサブアーム96が、昇降自在、進退自在、回転自在に設けられており、前記ケース

* の一例を示す断面図である。

【図4】前記塗布・エージングユニットのエージングユニットの一例を示す断面図である。

【図5】前記塗布膜形成装置の溶媒置換ユニットの一例を示す断面図である。

【図6】塗布・エージングユニットの他の例を示す平面図である。

【図7】塗布・エージングユニットの他の例を示す斜視図である。

10 【図8】前記塗布膜形成装置の他の例を示す平面図である。

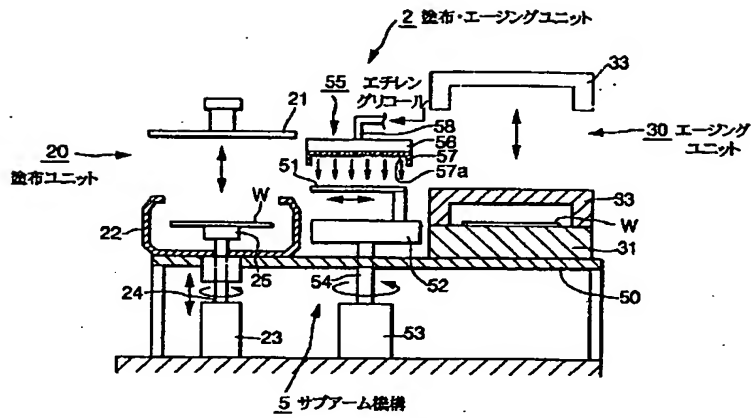
【図9】前記塗布膜形成装置のさらに他の例を示す平面図である。

【図10】前記塗布膜形成装置のさらに他の例を示す平面図である。

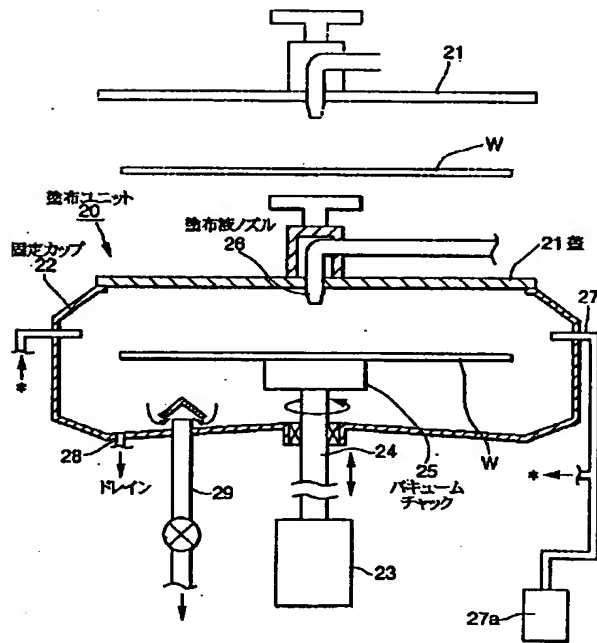
【図 11】ゾルーゲル法における塗布膜の変性の様子を
示す説明図である。

1 3	メインアーム
2	塗布・エージングユニット
2 0	塗布ユニット
3 0	エージングユニット
4	溶媒置換ユニット
5. 7	サブアーム機構
6	処理室
W	半導体ウエハ

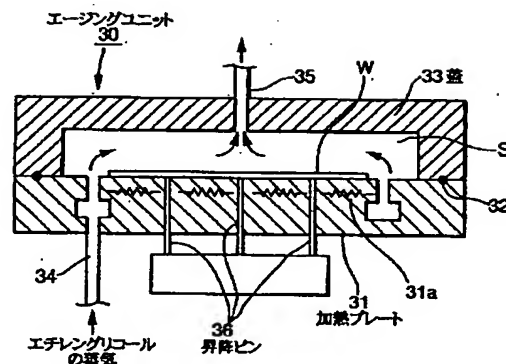
【圖2】



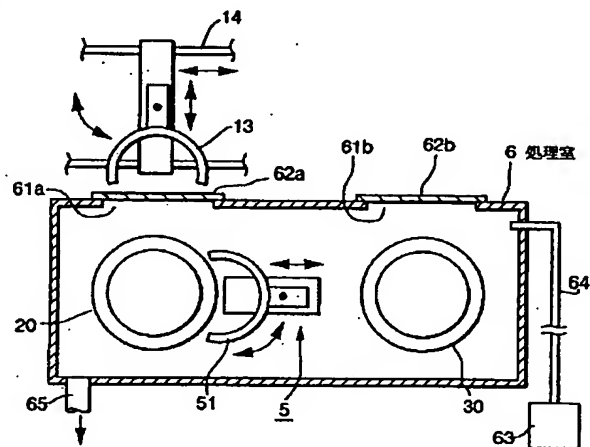
【図3】.



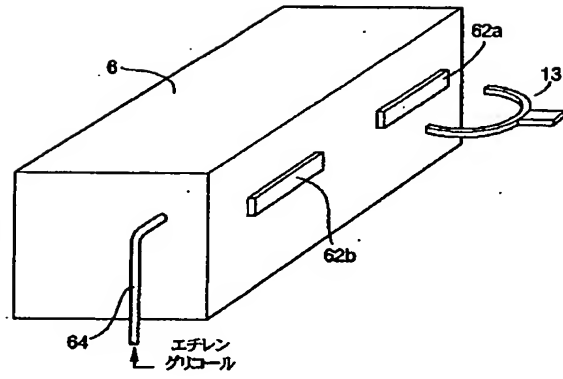
【圖4】



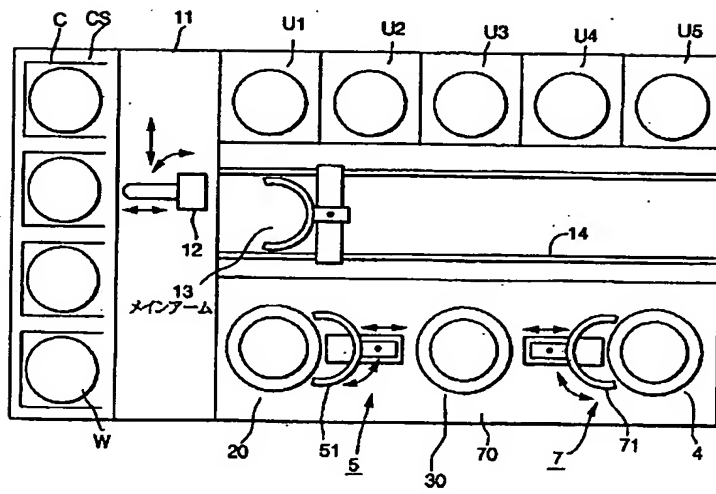
【図6】



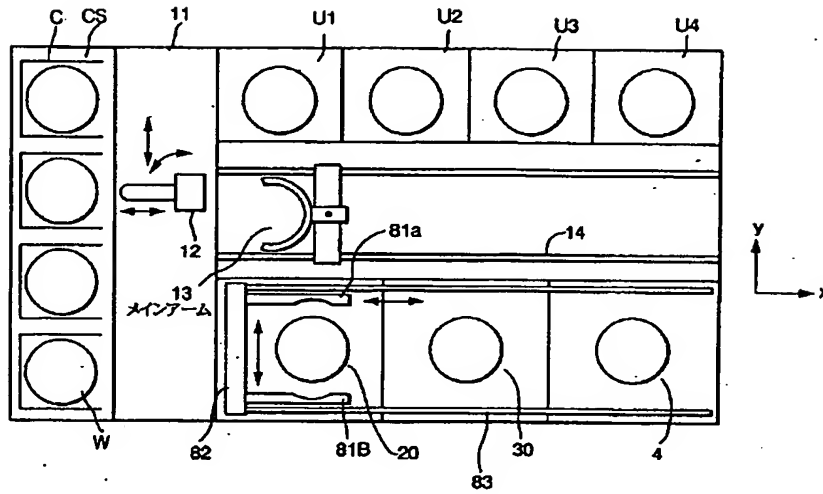
【圖7】



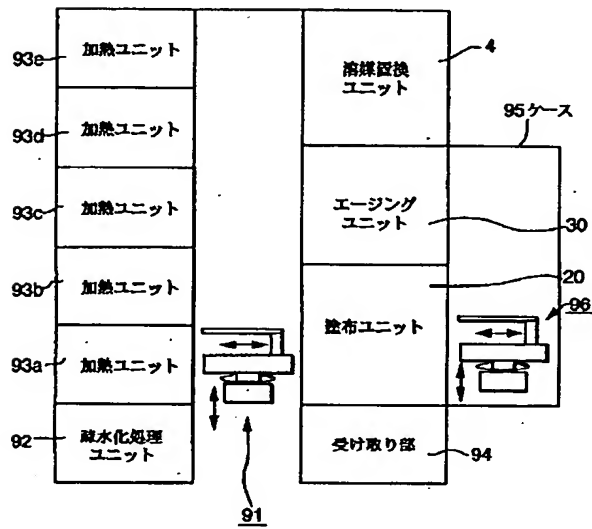
【圖8】



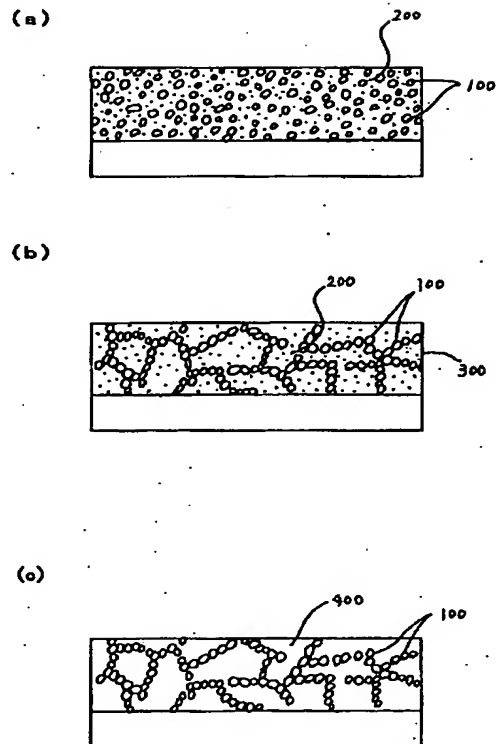
【図9】



【図10】



【図11】



(11)

特開平11-214375

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁵
H01L 21/768

識別記号

F I
H01L 21/90

Q

(72)発明者 水谷 洋二
東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレ
クトロン株式会社赤坂事業所内

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 13 年 4 月 20 日 (2001. 4. 20)

【公開番号】特開平 11-214375
 【公開日】平成 11 年 8 月 6 日 (1999. 8. 6)
 【年通号数】公開特許公報 11-2144
 【出願番号】特願平 10-30502
 【国際特許分類第 7 版】

H01L 21/31
 B05C 9/08
 11/08
 G03F 7/16 502
 H01L 21/316
 21/768

【F I】

H01L 21/31 A
 B05C 9/08
 11/08
 G03F 7/16 502
 H01L 21/316 G
 21/90 Q

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 2 月 17 日 (2000. 2. 17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 成膜成分の出発物質の粒子またはコロイドを溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布して塗布膜を形成するための塗布部と、
 この塗布部に隣接して設けられ、当該塗布部にて形成された塗布膜中の粒子またはコロイドをゲル化するためのゲル化処理部と、
 前記塗布液を基板に塗布する前の処理を行うための複数の前処理部と、
 前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を乾燥するための複数の加熱部と、
 外部からの基板を受け取るための受け取り部と、
 この受け取り部から基板を受け取って前記前処理部を介して塗布部に搬送すると共に、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を前記加熱部に搬送する主搬送部と、
 前記塗布部で塗布された基板をゲル化処理部に搬送する補助搬送部と、を備えたことを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項 2】 前記補助搬送部における基板の搬送路に

前記溶媒の成分の蒸気を供給する手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の塗布膜形成装置。

【請求項 3】 前記塗布部及びゲル化処理部を覆うためのケースと、

このケース内に前記溶媒の成分の蒸気を供給するための手段と、を含むことを特徴とする請求項 1 記載の塗布膜形成装置。

【請求項 4】 ゲル化処理部に隣接して設けられ、ゲル化処理部にて処理された基板に前記溶媒とは別の溶媒を供給し、前記塗布膜中の溶媒を別の溶媒と置換するための溶媒置換処理部を備え、

主搬送部は前記溶媒置換処理部にて処理された基板を加熱部に搬送し、

補助搬送部はゲル化処理部にて処理された基板を前記溶媒置換処理部に搬送することを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の塗布膜形成装置。

【請求項 5】 成膜成分の出発物質は、テトラエトキシシランであることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載の塗布膜形成装置。

【請求項 6】 溶媒の成分の蒸気は、エチレングリコールであることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の塗布膜形成装置。

【請求項 7】 成膜成分の出発物質の粒子またはコロイドを溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布して塗布膜を形成するための塗布部と、

この塗布部に対して垂直方向に積層して設けられ、当該

塗布部にて形成された塗布膜中の粒子またはコロイドをゲル化するためのゲル化処理部と、

前記塗布液を基板に塗布する前の処理を行う複数の前処理部と、この前処理部に対して垂直方向に積層して設けられ、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を乾燥をするための複数の加熱部と、

少なくとも昇降自在及び進退自在に構成され、前記前処理部で前処理された基板を塗布部に搬送すると共に、前記ゲル化処理部にて処理された基板を前記加熱部に搬送する主搬送部と、

少なくとも昇降自在及び進退自在に構成され、前記塗布部で塗布された基板をゲル化処理部に搬送する補助搬送部と、を備え、

前記補助搬送部の搬送路は、前記塗布部と前記ゲル化処理部とを挟み前記主搬送部の搬送路と反対側に配置されたことを特徴とする塗布膜形成装置。

【請求項8】前記補助搬送路に前記溶媒の成分の蒸気を供給する手段を備えたことを特徴とする請求項7に記載の塗布膜形成装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】また前記塗布膜形成装置に、ゲル化処理部

に隣接して設けられ、ゲル化処理部にて処理された基板に前記溶媒とは別の溶媒を供給し、前記塗布膜中の溶媒を別の溶媒と置換するための溶媒置換処理部を備え、補助搬送部によりゲル化処理部にて処理された基板を前記溶媒置換処理部に搬送するようにしてもよい。この場合には、溶媒の大きな表面張力がTEOSの網状構造に加わる時間が短縮されるので、膜の構造の崩れが抑えられ、良質な薄膜が得られる。更に他の発明は、成膜成分の出発物質の粒子またはコロイドを溶媒に分散させた塗布液を基板に塗布して塗布膜を形成するための塗布部と、この塗布部に対して垂直方向に積層して設けられ、当該塗布部にて形成された塗布膜中の粒子またはコロイドをゲル化するためのゲル化処理部と、前記塗布液を基板に塗布する前の処理を行う複数の前処理部と、この前処理部に対して垂直方向に積層して設けられ、前記ゲル化処理部にて処理された後の基板を乾燥をするための複数の加熱部と、少なくとも昇降自在及び進退自在に構成され、前記前処理部で前処理された基板を塗布部に搬送すると共に、前記ゲル化処理部にて処理された基板を前記加熱部に搬送する主搬送部と、少なくとも昇降自在及び進退自在に構成され、前記塗布部で塗布された基板をゲル化処理部に搬送する補助搬送部と、を備え、前記補助搬送部の搬送路は、前記塗布部と前記ゲル化処理部とを挟み前記主搬送部の搬送路と反対側に配置されたことを特徴とする。